



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 38 864 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 21 D 24/10**

②1 Aktenzeichen: P 40 38 864.6  
②2 Anmeldetag: 1. 12. 90  
④3 Offenlegungstag: 19. 9. 91

DE 40 38 864 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
05.12.89 DD WP B 21 D/335238

⑦1 Anmelder:  
Forschungszentrum für Umform- und  
Plastverarbeitungstechnik GmbH Zwickau, O-9541  
Zwickau, DE

⑦4 Vertreter:  
Thoß, E., Pat.-Anw., O-9570 Zwickau

⑦2 Erfinder:  
Hipp, Thomas, Dr., O-9590 Zwickau, DE; Henning,  
Wilhelm, O-9580 Zwickau, DE; Thoß, Eberhard,  
O-9561 Zwickau, DE

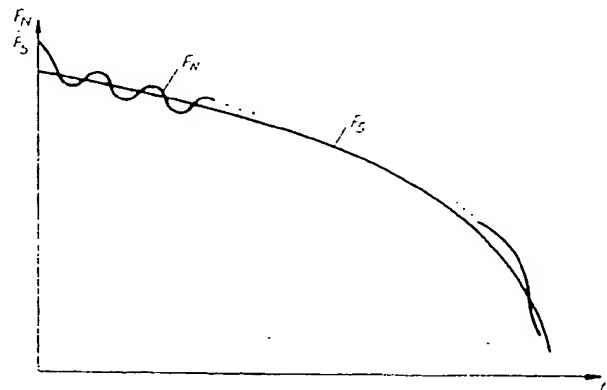
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 37 35 582 C1  
DE 29 53 430 C2  
DE-PS 7 35 158  
DE 25 25 514 B2  
DE 35 30 204 A1  
DE 37 25 581  
EP 0 15 198 A1

DE-Z: OEHLER, G.: Zur Regelung des Niederhalter-  
druckes während des Tiefziehens. In: BLECH Rohre  
Profile 9/1974, S.316-319;  
DE-Z: Konzept für ein Pressen-Optimierungssystem.  
In: Elektronik 6/25.3.1983, S.111-114;

⑤4 Verfahren zur Erhöhung des Grenztiefziehverhältnisses

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Grenztiefziehverhältnisses von Blechwerkstoffen mit Variierung der Niederhalterkraft, insbesondere zur Herstellung von Formteilen, deren Flansch nach dem Tiefziehvorgang abgetrennt wird.  
Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Niederhalterkraft geringfügig größer als die Summe der zu erwartenden Kraftkomponenten, resultierend aus den tangentialen Druckspannungen, im Ziehteilflansch voreingestellt ist. Mit Beginn der Umformung wird die Niederhalterkraft verringert und mit dem Beginn des Entstehens von Falten erster Ordnung geringfügig über die Summe der Kraftkomponenten, die aus den in der Augenblicksform vorherrschenden tangentialen Druckspannungen resultieren, erhöht. Mit Beendigung des in Stempelbewegungsrichtung eingetretenen Faltenwachstums wird die Niederhalterkraft erneut verringert. Dieser Regelvorgang wiederholt sich während des Tiefziehvorganges fortlaufend und mit hoher Dynamik pulsierend.



DE 40 38 864 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Grenztiefziehverhältnisses von Blechwerkstoffen mit Variierung der Niederhalterkraft, insbesondere zur Herstellung von Formteilen, deren Flansch nach dem Tiefziehvorgang abgetrennt wird.

Aus DD-PS 2 33 036 ist bekannt, daß die Niederhalterkraft bei der Herstellung von in zwei Zügen tiefgezogenen Blechformteilen, vor allem bei Werkstoffen mit relativ großer Anisotropie, variiert wird.

Dabei wird die Niederhalterkraft von Beginn des zweiten Zuges an progressiv fortlaufend reduziert. Mit Eintritt des Ziehteilrandes zwischen die Niederhalterflächen des Werkzeuges und damit der Bildung eines Ziehteilflansches durch die Niederhalterkraft wird eine Faltenbildung gerade noch unterdrückt. Danach wird die Niederhalterkraft beim weiteren Tiefziehen entsprechend der Verkleinerung der Flächen des Ziehteilflansches weiter verringert und vor dem Ende des zweiten Zuges völlig aufgehoben.

Die Variation der Niederhalterkraft erfolgt dabei durch die im Werkzeug angebrachten Entlastungsbolzen und Entlastungsfedern. Von Nachteil dabei ist, daß die Variation der Niederhalterkraft starr nach einem festen, durch den mechanischen Werkzeugaufbau bedingten Algorithmus erfolgt und eine variable Regelung der Niederhalterkraft nicht möglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung des Grenztiefziehverhältnisses von Blechwerkstoffen mit Variierung der Niederhalterkraft, insbesondere zur Herstellung von Formteilen, deren Flansch nach dem Tiefziehvorgang abgetrennt wird, zu schaffen, wobei die Niederhalterkraft in ständiger Abhängigkeit von einer Faltenbildung erster Ordnung

beeinflusst werden soll. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Niederhalterkraft geringfügig größer als die Summe der zu erwartenden Kraftkomponenten, resultierend aus den tangentialen Druckspannungen, im Ziehteilflansch voreingestellt ist. Mit Beginn der Umformung wird die Niederhalterkraft verringert und mit dem Beginn des Entstehens von Falten erster Ordnung geringfügig über die Summe der Kraftkomponenten, die aus den in der Augenblicksform vorherrschenden tangentialen Druckspannungen resultieren, erhöht. Mit Beendigung des in Stempelbewegungsrichtung eingetretenen Faltenwachstums wird die Niederhalterkraft erneut verringert. Dieser Regelvorgang wiederholt sich während des Tiefziehvorganges fortlaufend und mit hoher Dynamik pulsierend.

Die Erkennung von Faltenbildungen erfolgt beispielsweise durch Sensoren, welche eine Abstandsänderung zwischen Niederhalter und Tiefziehring erfassen. Eine elektronische Auswerteeinheit übernimmt die Auswertung der Signale und die Regelung der Niederhalterkraft entsprechend des Abstandes zwischen Niederhalter und Tiefziehring.

Mit dieser erfinderischen Lösung ist es erstmals möglich, das Grenztiefziehverhältnis von Blechwerkstoffen, insbesondere mit weniger gutem Umformvermögen, durch eine stetige Regelung der Niederhalterkraft in Abhängigkeit der Faltenbildung erster Ordnung zu erhöhen.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 Schematische Darstellung eines Werkzeuges

zum Tiefziehen mit integrierten Lichtwellenleitern für eine Abstandsmessung zur Regelung der Niederhalterkraft;

Fig. 2 Darstellung der Summe der Kraftkomponenten  $F_s$ , resultierend aus den tangentialen Druckspannungen  $\sigma_D$  und der Niederhalterkraft  $F_N$ , in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  (Pressenhub);

Fig. 3 Anordnung von getrennten Sende- und Empfangslichtwellenleitern im Auflichtbetrieb;

Fig. 4 Anordnung von getrennten Sende- und Empfangslichtwellenleitern im Durchlichtbetrieb.

Das in Fig. 1 dargestellte Werkzeug zum Tiefziehen von napfförmigen Blechteilen besteht aus dem Tiefziehstempel 1, dem Tiefziehring 2, den mit Lichtwellenleitern 4 bestückten Niederhalter 3 und dem optischen System 5. Außerhalb des Werkzeuges sind eine Strahlungsquelle 6, der optoelektronische Empfangswandler 7, der Kleincomputer 8, der Y-Koppler 10, der Hydraulikzylinder 11, der Druckstromerzeuger 12, der Ölbehälter 13 und das Proportionaldruckbegrenzungsventil 14 angeordnet.

In Fig. 2 ist der Verlauf der Summe der Kraftkomponenten  $F_s$ , resultierend aus den tangentialen Druckspannungen  $\sigma_D$ , im Ziehteilflansch und der Niederhalterkraft  $F_N$  in Abhängigkeit der Zeit  $t$  (Pressenhub) dargestellt.

Vor Beginn des Tiefziehprozesses ist die Niederhalterkraft  $F_N$  geringfügig größer als die Summe der zu erwartenden Kraftkomponenten  $F_s$ , die aus den tangentialen Druckspannungen  $\sigma_D$  im Ziehteilflansch resultieren, voreingestellt. Mit Beginn des Umformvorganges wird die Niederhalterkraft  $F_N$  stetig reduziert, bis es aufgrund der Beziehung  $F_N < F_s$  zu Ansätzen einer Faltenbildung erster Ordnung kommt. Dieser Zustand wird über den vergrößerten Abstand  $a$ , zwischen Niederhalter 3 und Tiefziehring 2, mittels des im Tiefziehwerkzeug integrierten Lichtwellenleiters 4 erkannt. Vom Kleincomputer 8 wird ein Prozeßsteuersignal 9 zur Erhöhung der Niederhalterkraft  $F_N$  an das Hydraulikaggregat 11 ... 14 ausgegeben. Kommt es infolge der Erhöhung der Niederhalterkraft  $F_N$  zum Stillstand des Faltenwachstums, wird die Niederhalterkraft  $F_N$  stetig reduziert, und bei erneutem Feststellen von Faltenwachstum wieder auf  $F_N > F_s$  erhöht.

Dieser Regelvorgang wiederholt sich während eines Tiefziehprozesses fortlaufend und mit hoher Dynamik pulsierend.

Die Erfassung des Abstandes  $a$  und somit die Erfassung von Faltenbildungen erfolgt im Ausführungsbeispiel durch den im Niederhalter 3 angeordneten Lichtwellenleiter 4 (Fig. 1). Die von der Strahlungsquelle 6, z. B. einer Infrarotemitterdiode, über den Y-Koppler 10 in den Lichtwellenleiter 4 eingekoppelte Strahlung wird vom Tiefziehring 2 entsprechend des Abstandes  $a$  diffus reflektiert, zu einem dem Abstand  $a$  entsprechenden definierten Anteil in den Lichtwellenleiter zurückgekoppelt, und über den Y-Koppler einem optoelektronischen Empfangswandler 7 zugeführt. Das vom optoelektronischen Empfangswandler 7 erzeugte elektrische Signal wird im Kleincomputer 8 weiterverarbeitet.

Weitere Anordnungsmöglichkeiten von Lichtwellenleitern in Tiefziehwerkzeugen zur Erkennung einer Abstandsänderung zwischen Niederhalter 3 und Tiefziehring 2 sind in den Fig. 3 und 4 aufgezeigt.

An Stelle von Lichtwellenleitern können auch andere, z. B. induktive oder kapazitive Sensoren, zur Abstandsmessung Anwendung finden.

## Patentanspruch

Verfahren zur Erhöhung des Grenztiefziehverhältnisses von Blechwerkstoffen mit Variierung der Niederhalterkraft, insbesondere zur Herstellung 5 von Formteilen, deren Flansch nach dem Tiefziehvorgang abgetrennt wird,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

— die Niederhalterkraft geringfügig größer als die Summe der zu erwartenden Kraftkomponenten, resultierend aus den tangentialen Druckspannungen, am Ziehteilflansch vorge- 10 stellt ist,

— mit Beginn der Umformung die Niederhalterkraft verringert wird, 15

— mit dem Beginn des Entstehens von Falten erster Ordnung diese Niederhalterkraft geringfügig über die Summe der Kraftkomponenten, resultierend aus den in der Augenblicksform vorherrschenden tangentialen 20 Druckspannungen, erhöht wird,

— anschließend mit Beendigung des in Stempelbewegungsrichtung eingetretenen Faltenwachstums die Niederhalterkraft erneut verringert wird und 25

— sich dieser Regelvorgang während des Tiefziehvorganges fortlaufend mit hoher Dynamik pulsierend wiederholt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

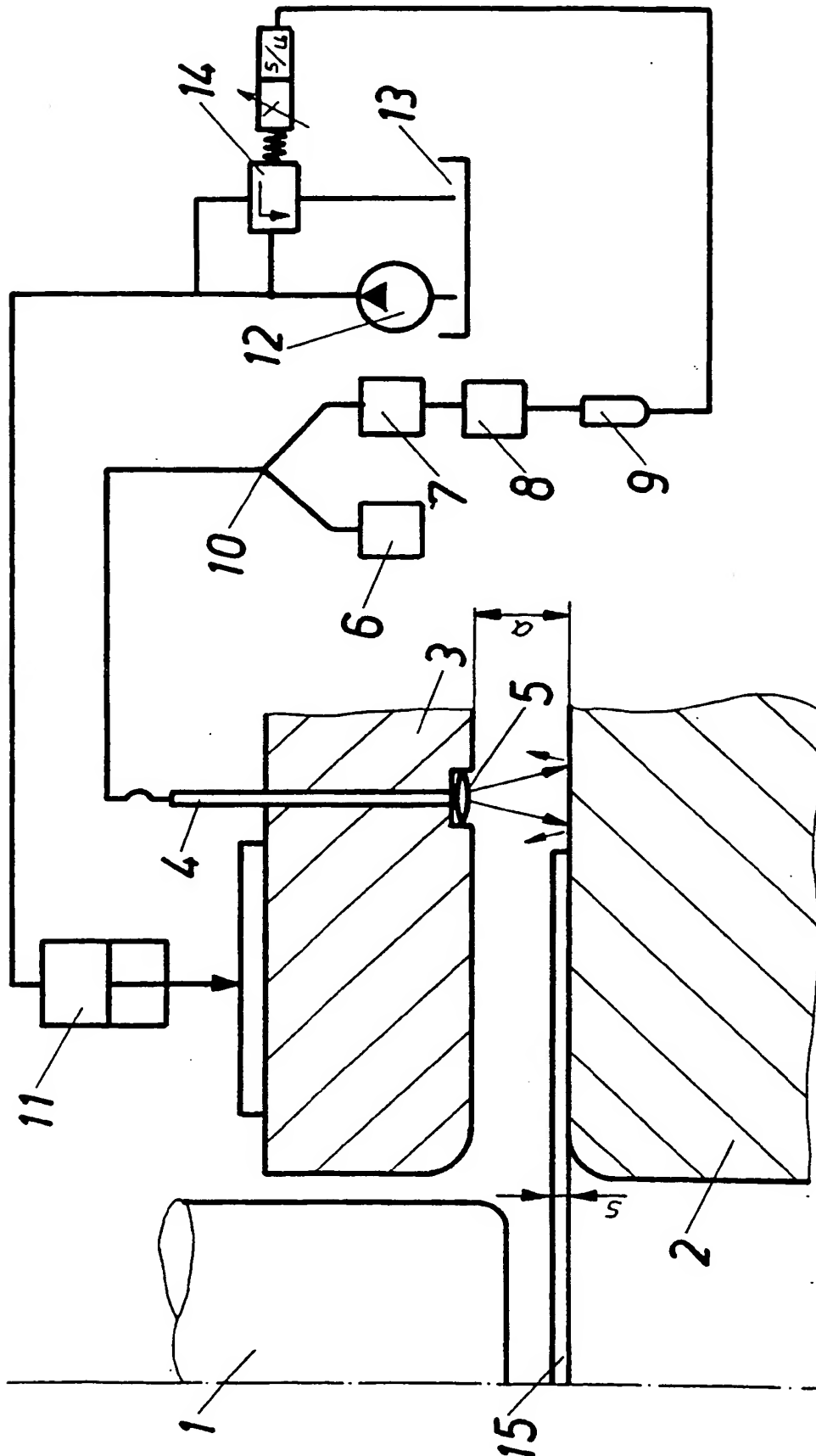


Fig. 1

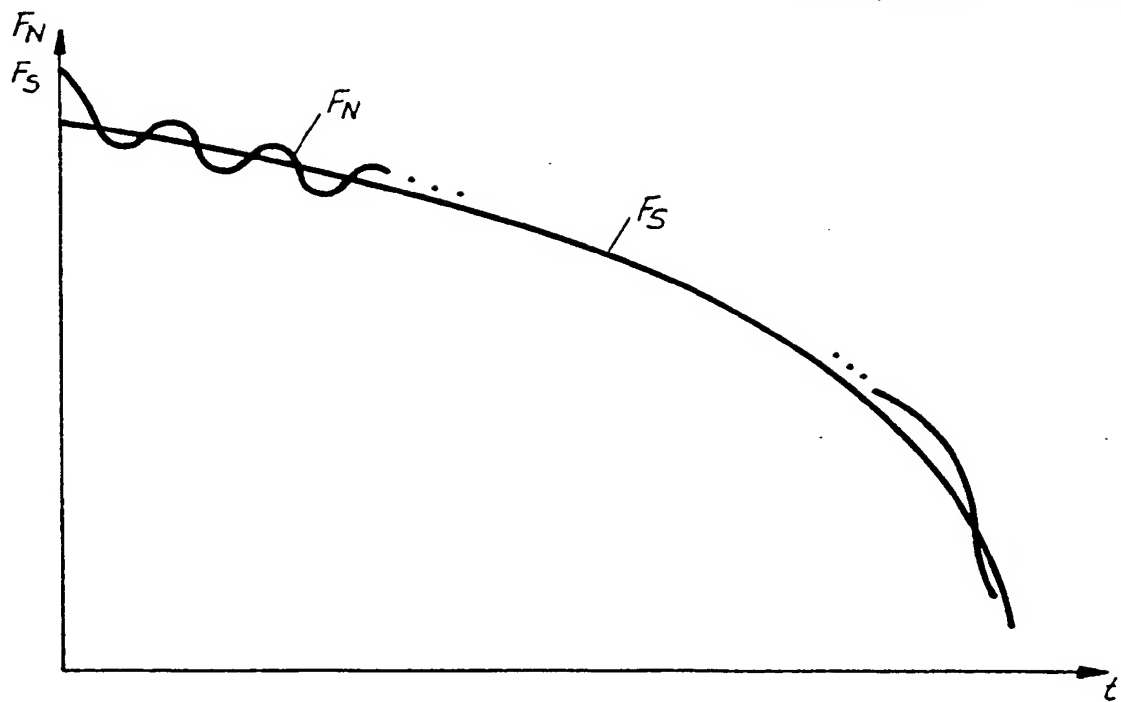


Fig. 2

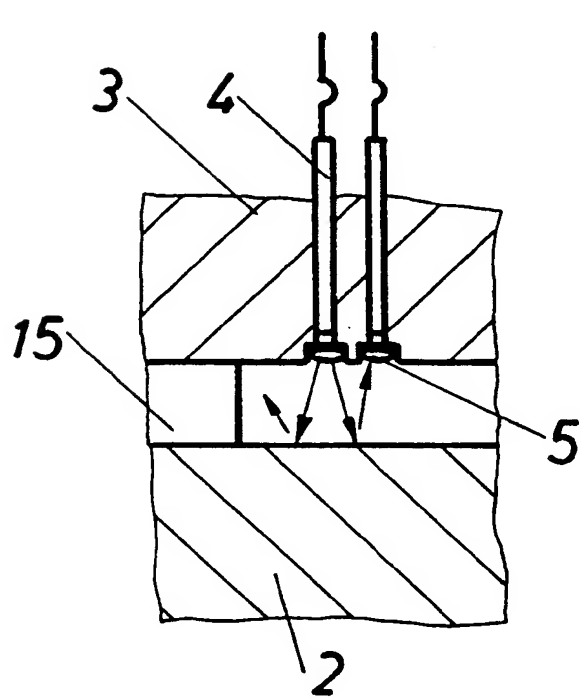


Fig. 3

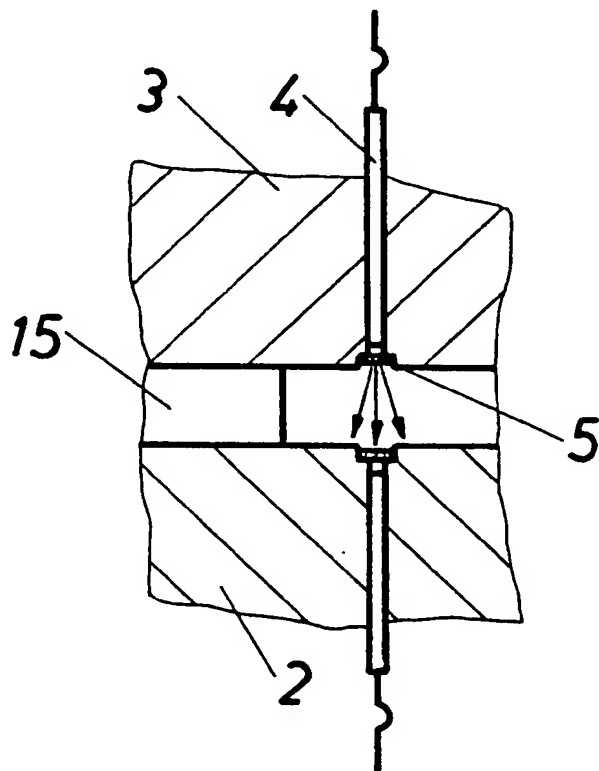


Fig. 4